

УДК 551.583

На правах рукописи

Салугашвили Руслан Сергеевич

**ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА
В ЕВРОПЕ В ПЕРИОД СОВРЕМЕННОГО ГЛОБАЛЬНОГО
ПОТЕПЛЕНИЯ**

Специальность 25.00.30 – метеорология,
климатология, агрометеорология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Обнинск - 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении
«Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической
информации – Мировой центр данных»

Научный руководитель: **Шерстюков Борис Георгиевич**
доктор географических наук, старший
научный сотрудник; ФГБУ «ВНИИГМИ-
МЦД», зав. лабораторией

Официальные оппоненты: **Сидоренков Николай Сергеевич**
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник; ФГБУ
"Гидрометцентр России"; зав. лабораторией
планетарной циркуляции и
гелиогеофизических исследований

Шанталинский Константин Михайлович
кандидат географических наук, доцент
кафедры метеорологии, климатологии и
экологии атмосферы; Казанский
(Приволжский) федеральный университет

Ведущая организация: Институт географии Российской академии наук

Защита состоится 28 февраля в 15 часов на заседании диссертационного
совета Д212.081.20 в Казанском (Приволжском) федеральном университете по
адресу: 4200008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корп. 2, ауд.1211.

Автореферат разослан _____ февраля 2013г

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке им.
Н.И.Лобачевского ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный
университет»

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат географических наук, доцент



Ю.Г.Хабутдинов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Изучение изменений климата Европы имеют длительную историю. Тренды температуры изучались многими за рубежом (Jones P.D., Folland C.K. Karl T.R., Wallace J.M., Zhang J, Parker, D. E.) и в России (Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Шерстюков Б.Г., Анисимов О.А., Бардин М.Ю., Разуваев В.Н., Булыгина О.Н. и др.). Меньше изучались колебания температуры.

Большое внимание уделялось изучению влияния Атлантики на климат Европы, начиная с работ Бьеркнеса Дж. и Митчела Дж. М. В России этими вопросами занимались Лаппо С.С., Монин А.С., Даценко Н.М., Максимов И.В., Мохов И.И., Гулев С.К., Бышев В.И, Нейман В.Г, Добролюбов С.А., Разоренова О.А. и др. Исследование взаимосвязи взаимодействия океана и атмосферы с климатом в Европе, неразрывно связано с изучением атмосферной циркуляции. В данном направлении работали Семенов В.А., Хон В.Ч., Латиф М., Роекнер Э., Крыжов В. Н., Полонский А.Б, Попова В. В, Шмакин А.Б, Нестеров Е.С, Угрюмов А.И., Wallace J. M., Ворли С. Поиски энергоактивных зон в океане проводились ранее в рамках программы «Разрезы», под руководством Марчука Г.И., но тогда изучались районы наиболее интенсивных сезонных перестроек потоков тепла на границе атмосферы и океана, межгодовые колебания не рассматривались. Результаты работ перечисленных авторов послужили базой для дальнейшего более углубленного изучения проблемы колебаний климата Европы на современных данных.

В настоящей работе сезонные особенности исследовались в меньшей степени, а основное внимание было направлено на изучение межгодовых колебаний среднегодовой температуры воздуха Европы и на изучение возможных причин возникновения этих колебаний. Много места в работе уделено исследованию влияния многолетних колебаний температуры

поверхности океана (ТПО) на температуру воздуха (ТВ) различных районов Европы. Анализируется роль атмосферной циркуляции в формировании пространственных различий в колебаниях температуры воздуха в разных регионах Европы.

Актуальность темы

Потепление климата в Европе в последнее десятилетие становится все заметнее и все чаще приводит к опасным последствиям для человека.

Наряду с парниковым фактором потепления, региональные факторы изменений климата остаются недостаточно изученными.

Актуальность темы определяется необходимостью более глубоких знаний о естественных региональных колебаниях температуры воздуха и об их причинах в эпоху современного глобального потепления.

Актуальность выбора темы диссертации именно сегодня определяется тем, что развитию исследований по этой теме способствует появление новых обширных массивов данных наблюдений за атмосферой и океаном, которые позволяют более детально изучать старые проблемы на новых данных.

Цель работы: Выявить региональные изменения ТВ в Европе и их причины в период современного глобального потепления.

Для достижения цели решались следующие задачи

- Исследовать современные тенденции в изменениях ТВ
- Провести районирование территории Европы по колебаниям ТВ
- Выявить региональные особенности колебаний ТВ Европы
- Установить возможные причины формирования региональных климатических особенностей.
- Оценить вклад океана и неравномерности вращения Земли в изменения ТВ в Европе

Объектом исследования является температура воздуха (ТВ) в Европе в период современного глобального потепления.

Предмет исследования: региональные особенности, новые тенденции и возможные причины изменений и колебаний ТВ Европы

Методы исследования:

Исследования проводились на основе существующих методов статистического анализа и оценки достоверности полученных результатов. Использованы методы корреляционного анализа, метод анализа трендов, исследовались аномалии и тренды во временных рядах с оценкой статистической достоверности полученных результатов. Визуализация полученных результатов была выполнена на основе Геоинформационных Систем. Использовались программы: MapInfo и ArcView Gis. В MapInfo интерполяция осуществлялась методом взвешенных обратных расстояний (Inverse Distance Weighting - IDW)

Исходные данные для обработки:

В работе использованы данные наблюдений за атмосферой на гидрометеорологических станциях мира и за температурой поверхности Мирового океана в узлах географической сетки, данные теплосодержания океана, а также данные об изменениях скорости вращения Земли и продолжительности суток. Привлекались данные об индексах циркуляции атмосферы.

Анализ проводится за период интенсивного глобального потепления с 1976 по 2010, но привлекались данные и за более длительный период.

Научная новизна результатов:

- Выявлены новые особенности в изменении пространственной и сезонной структуры потепления климата северного полушария, которые

привели к временному замедлению глобального потепления климата с начала XXI века.

- Предложен авторский индекс влияния Атлантики на колебания ТВ в Европе.
- Установлено, что наилучшие статистические связи колебаний ТВ Европы с ТПО обнаруживаются в тех районах Мирового океана, в которых морские течения встречают препятствия в виде подводных хребтов и цепей островов.
- Показано, что многолетние колебания скорости вращения Земли имеют наилучшую статистически достоверную корреляцию с колебаниями ТПО также в тех районах, в которых морские течения пересекают подводные хребты и цепи островов.
- Получены количественные оценки вклада колебаний скорости вращения Земли в колебания ТПО и оценки вклада колебаний ТПО в колебания ТВ в Европе.

Практическая и теоретическая значимость полученных результатов

Полученные результаты уточняют и развивают существующие представления о формировании изменений и колебаний климата Европы, об их связи с процессами в верхнем слое океана и о роли глобального внешнего фактора – скорости вращения Земли – в модуляции возмущений в океане и в атмосфере. Обнаруженные зависимости и количественные оценки вклада глобального внешнего фактора в колебания ТПО в специфических районах, а также оценки вклада возмущений ТПО в этих районах в колебания климата Европы, могут использоваться при разработке новых физико-математических и статистических моделей климата.

Выводы о существенном вкладе естественных составляющих колебаний климата в общий временной ход изменений регионального климата имеют

теоретическое значение для понимания региональных процессов в климатической системе.

Результаты исследований используются в учебном процессе на кафедре метеорологии, климатологии и экологии атмосферы КФУ в курсе лекций по теории климата и циркуляции атмосферы.

Защищаемые положения:

1. Новые особенности в изменении пространственной и сезонной структуры потепления климата северного полушария, которые сопровождаются замедлением глобального потепления климата с начала XXI века.
2. Авторский индекс – показатель влияния Атлантики на климат Европы.
3. Многолетние колебания температуры воздуха Европы на 25-35 % зависят от колебаний ТПО в районах пересечения морских течений с подводными хребтами.
4. Колебания скорости вращения Земли приводят к появлению синхронных колебаний ТПО Мирового океана преимущественно в районах пересечения морскими течениями подводных хребтов (вклад до 30-45 %) и аналогичных колебаний ТВ в Европе (вклад до 20-30 %)

Апробация работы

Материалы исследований докладывались на международных, всероссийских, региональных научных конференциях:

- Международная научная конференция «Проблемы адаптации к изменению климата» (Москва, 2011 г.).
- Международная конференция «Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы)» (Воронеж, 2012 г.).
- 16-я Международная конференция молодых ученых «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические эффекты» (Звенигород, 2012 г.).
- Международная научная конференция по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (Казань, 2012 г.).

- Всероссийская конференция молодых специалистов, посвященная 50-летию НПО « Тайфун» (Обнинск, 2010 г).

- Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 55-летию института Прикладной геофизики (Москва, 2011 г).

- Конференция «Использование средств и ресурсов Единой системы информации об обстановке в Мировом океане для информационного обеспечения морской деятельности в Российской Федерации» (Обнинск, 2012 г.).

- Научная региональная конференция Калужского государственного педагогического университета им. К.Э Циолковского (Калуга, 2009, 2010, 2011 и 2012 гг.).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 3 работы опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК для кандидатских и докторских диссертаций.

Личный вклад соискателя

Все представленные в диссертации результаты и выводы получены в ходе исследований выполненных лично соискателем. Обработка данных метеорологических наблюдений и статистический анализ выполнены по алгоритмам и программам, разработанным соискателем.

Структура и объем диссертации

Работа состоит из введения, пяти глав и заключения, содержит 39 рисунков, 6 таблиц. Общий объем работы 139 страниц. Список цитируемой литературы насчитывает 103 источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет

исследования. Представлены основные положения, выносимые на защиту, а также перечислены основные методы исследований, использованные в работе.

В первой главе описано современное состояние вопроса об изменениях и колебаниях климата Европы. Обращено внимание на важность естественных факторов, а также на необходимость исследования изменений климата, учитывая соотношение естественных и антропогенных факторов. Дается перечень источников данных для проведения исследований и описаны применяемые методы статистического анализа данных наблюдений. Описаны методы оценки достоверности полученных результатов.

Во второй главе описаны многолетние тренды изменения температуры в Северном полушарии и новые тенденции последнего десятилетия по результатам исследования соискателя. Показано, что за период 1976-1998 годов в Северном полушарии преобладало потепление климата с трендами до $0.5^{\circ}\text{C}/10$ лет и выше, за исключением некоторых участков севера Канады, в которых наблюдалось похолодание с трендами до $-0.5^{\circ}\text{C}/10$ лет.

В последнее десятилетие на севере Канады похолодание усилилось (тренды $-1.5^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$) (рис.1) и произошло расширение областей с отрицательными трендами ТВ и ТПО от -0.1 до $-0.5^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$ в Северной Америке и прилегающих частях Атлантического и Тихого океанов.

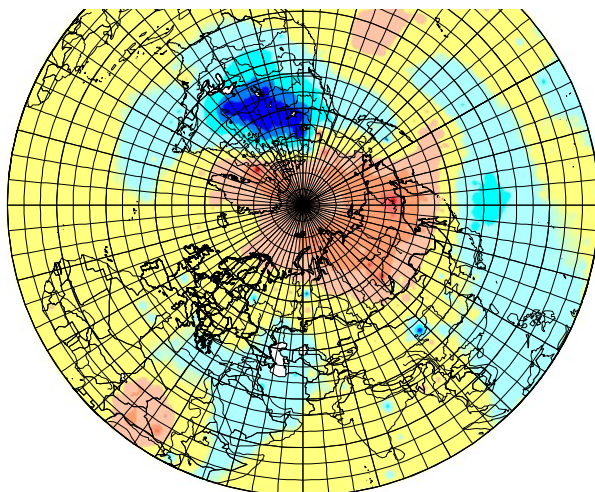
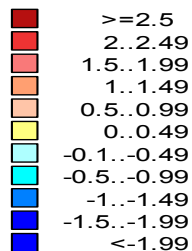
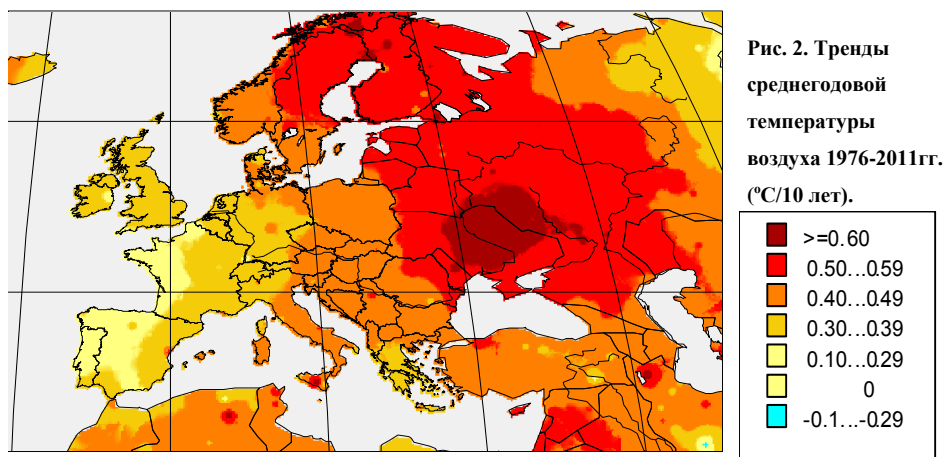


Рис.1.Тренды
среднегодовой
температуры
воздуха над
сушей и океаном
за 1999-2009гг.



Такие же слабые отрицательные тренды появились в последнее десятилетие в средних широтах Тихого океана от побережья Азии до меридиана около 200°ВД, в Северной Африке, на Ближнем Востоке и в Прикаспийском регионе. В основных очагах изменений разного знака тренды температуры статистически значимы. Обращено внимание на то, что тенденции похолодания в большей степени приурочены к акваториям океана, чем к суше. А в Европе и в последнее десятилетие потепление продолжается (рис.2).



В сезонных особенностях трендов температуры воздуха в Европе обнаружены закономерности перемещения очагов наибольшего потепления. В течение года очаг максимального потепления закономерно перемещается на карте Европы по замкнутой траектории в направлении против часовой стрелки. Особенности перемещения очагов объясняются сезонными перестройками атмосферной циркуляции.

В третьей главе описаны исследования межгодовых колебаний климата. Приводятся результаты проведенного районирования территории первого естественного синоптического района (ЕСР) и прилегающей территории с

помощью метода объективной классификации. Выделены районы (рис.3) однотипных колебаний ТВ.

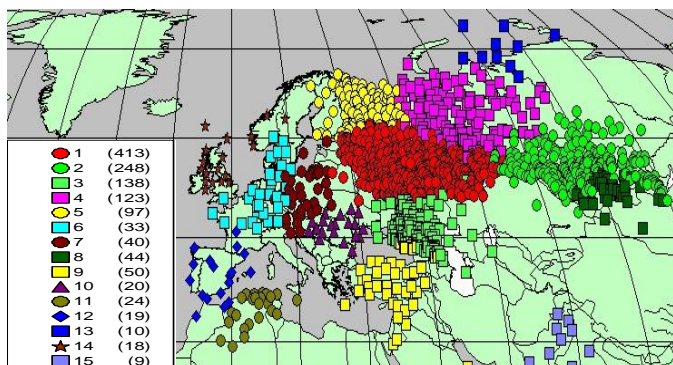


Рис. 3. Районы однотипных колебаний температуры воздуха на территории первого ЕСР за 1976-2009 гг.

Проведено сравнение границ полученных районов с районами классификации Б.П. Алисова и выполнено сравнение районов авторской классификации по колебаниям климата с положениями гребней в атмосферной циркуляции по классификации Вангенгейма-Гирса.

Обнаружено, что между климатическими районами Европы и Азии, расположенными вблизи двух гребней волны планетарной высотной фронтальной зоны или вблизи двух ложбин, возникают положительные дальние связи колебаний климата. Отрицательные дальние связи наблюдаются между районами, один из которых вблизи гребня, а другой вблизи ложбины планетарной высотной фронтальной зоны. Показано, что согласованные колебания температуры воздуха в разных районах Европы в значительной мере связаны с особенностями и колебаниями атмосферной циркуляции.

В четвертой главе описаны результаты анализа корреляций колебаний температуры по отдельным климатическим районам Европы с колебаниями температуры поверхности Мирового океана. Океан рассматривается как один из основных источников колебаний климата Европы. На основе анализа пространственных особенностей полученных корреляций предложено два новых индекса влияния Атлантики на колебания температуры Европы - индекс

умеренных широт I_1 и арктический индекс I_2 . Для каждого района Европы выбрано два района в океане, один из которых имеет высокую положительную, а другой отрицательную корреляцию с колебаниями климата Европы. Индекс вычисляется по формуле:

$$I = T^+ - T^-, \text{ где}$$

T^+ - температура в районе океана с положительной корреляцией между ТПО и ТВ в Европе; T^- - температура в районе океана с отрицательной корреляцией между ТПО и ТВ в Европе.

Для индекса умеренных широт I_1 район положительных корреляций (T^+) получен путем объединения шести узлов западнее Азорских островов, а в качестве района отрицательных корреляций (T^-) взяты семь узлов в юго-западной и юго-восточной акватории Гренландии. Для арктического индекса I_2 , были взяты пары районов в Северной Атлантике и в акватории Баренцева моря. На рис.4. на карте показаны районы океана, выбранные как характерные для вычисления предложенных индексов. Овалами обведены узлы для индекса умеренных широт, а квадратиками выделены узлы для арктического индекса. Красным цветом выделены узлы положительной корреляции, а белым - отрицательной.

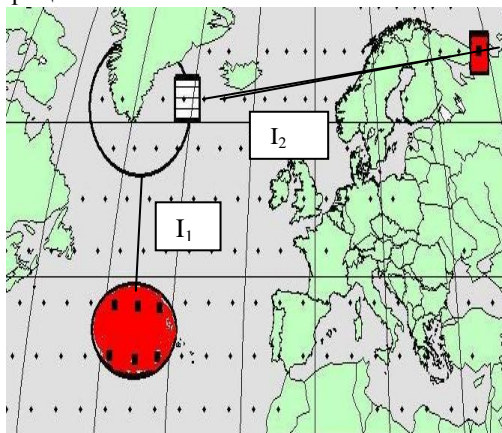


Рис. 4. Узлы географической сетки в океане, использованные для создания индексов влияния океана на колебания климата в Европе

Новые индексы дополняют перечень известных в мире индексов NAO, AO и др. Оценка корреляций новых индексов с колебаниями температуры воздуха в Европе, показывает, что эти индексы лучше отражают среднегодовые колебания температуры воздуха в Европе в сравнении с большинством существующих среднегодовых индексов (*NAO, EA, WP, EP/NP, PNA, EA/WR, SCAND, POL, TNH, PT*)

В этой же главе анализируется зависимость между изменениями теплосодержания верхнего слоя океана и температуры в Европе. Показано, что потепление климата в Европе происходит на фоне увеличения теплосодержания Северной Атлантики. При этом по косвенным данным обнаружено, что изменение теплообмена на границе океан-атмосфера зависит от инерционных свойств и толщины верхнего слоя теплового взаимодействия океана и атмосферы.

Анализ корреляций между колебаниями ТВ Европы и величины индекса инерционности Б.Г. Шерстюкова в узлах географической сетки океана показал, что колебания температуры воздуха в Северо-западном районе Европейской территории России (ЕТР) имеют отрицательную корреляцию с индексом в районе Гольфстрима.

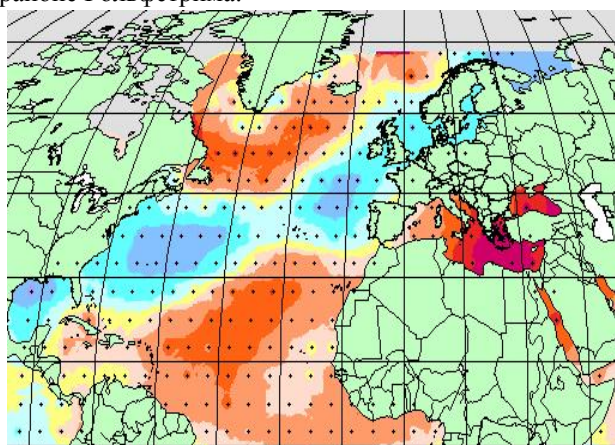
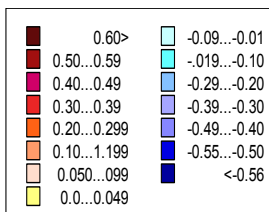


Рис. 5. Коэффициенты корреляции между колебаниями температуры воздуха Северо-западного района ЕТР и индексом инерционности океана в узлах географической сетки.



Это означает, что повышение температуры в Европе происходит при уменьшении толщины верхнего слоя перемешивания океана в районе Гольфстрима. Очевидно, при этом происходит меньшее перемешивание теплых поверхностных вод с холодными нижележащими слоями и поэтому более теплые воды Гольфстрима в такие годы приносят больше тепла к Европе. А в годы, когда индекс показывает увеличение глубины перемешивания, температура поверхностного слоя Гольфстрима и ТВ в Европе понижаются.

Аналогичные соотношения между индексом инерционности и ТВ в Европе обнаружены и в многолетних трендах. В течение XX века происходило постепенное уменьшения индекса инерционности океана в районе Гольфстрима и потепление в Европе. Многолетнее уменьшение толщины верхнего слоя теплового взаимодействия океана с атмосферой, рассматривается как один факторов современного потепления климата Европы.

Расширенный пространственный анализ показал наличие дальних связей колебаний ТВ в Европе и ТПО в удаленных частях мирового океана.

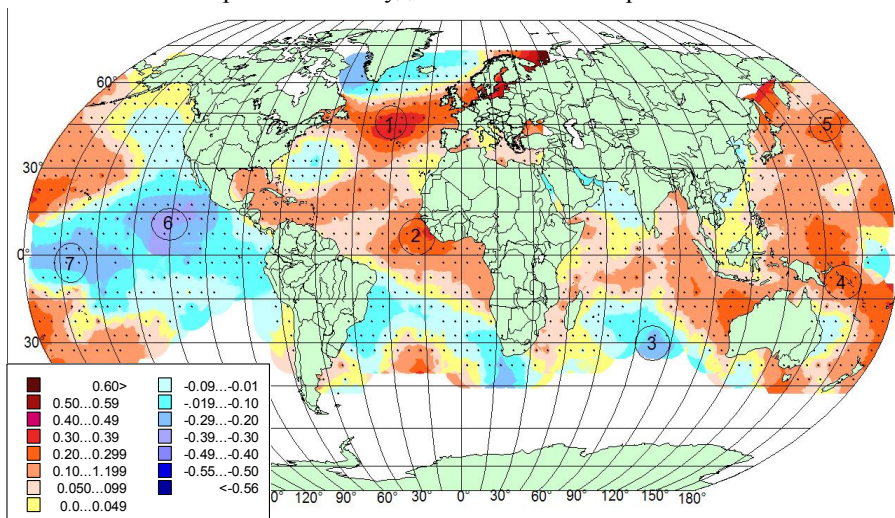


Рис. 6. Коэффициенты корреляции аномалий среднегодовой температуры воздуха в умеренных широтах ЕТР с аномалиями ТПО в узлах географической сетки (выделено семь районов высоких корреляций на пересечении подводных хребтов морскими течениями).

Наилучшие корреляции колебаний ТВ в Европе обнаружены с ТПО в пяти районах океана на пересечении подводных хребтов морскими течениями. Цифрой 1 на карте (рис.6) показан очаг максимальных положительных коэффициентов корреляций ($r \geq 0.4$) в районе пересечения Гольфстримом Срединно-атлантического хребта вблизи Азорских островов, а цифрой 2 (очаг положительной корреляции ($r=0.4$)) показан район прохождения Гвинейского течения и пересечения Экваториальным течением Срединно-атлантического хребта, которое далее несет свои воды на северо-запад, вдоль хребта. Цифрой 4 показан район высоких корреляций ($r=0.4$) при пересечении южным экваториальным течением гряды остров Меланезии, восточнее Новой Гвинеи, а цифрой 5 ($r=0.4$) - пересечение Северо-тихоокеанским течением Северо-западного подводного хребта.

В противофазе происходят колебания температуры воздуха в умеренных широтах ЕТР с колебаниями температуры поверхности Индийского океана в районе прохождения Западноавстралийским течением над Австрало-Антарктическим поднятием (рис 6, район 3). Аналогично очагами с отрицательной корреляцией ($r=-0.4$) занята приэкваториальная часть восточной половины Тихого океана в месте прохождения Северного Экваториального течения над разломом Клипертон и Кларион (район 6) и район пересечения Южным Экваториальным течением гряды остров Полинезии (район 7, со значениями до $r=-0.4$).

Наличие синхронных колебаний в ТВ Европы и ТПО в удаленных районах мирового океана возможно только при наличии глобального общего фактора, одновременно задающего колебания температуры в удаленных районах океана и атмосферы. Причастность к этим процессам морских течений и подводных препятствий на их пути позволило предположить, что именно в океанических течениях под действием внешней глобальной силы возникают синхронные колебания в удаленных частях мирового океана.

Одним из таких глобальных факторов может быть неравномерность скорости вращения Земли.

В пятой главе рассмотрены корреляции колебаний среднегодовой скорости вращения Земли с колебаниями ТПО и с колебаниями среднегодовой ТВ в узлах географической сетки с за 1976-2005 гг. (рис. 7).

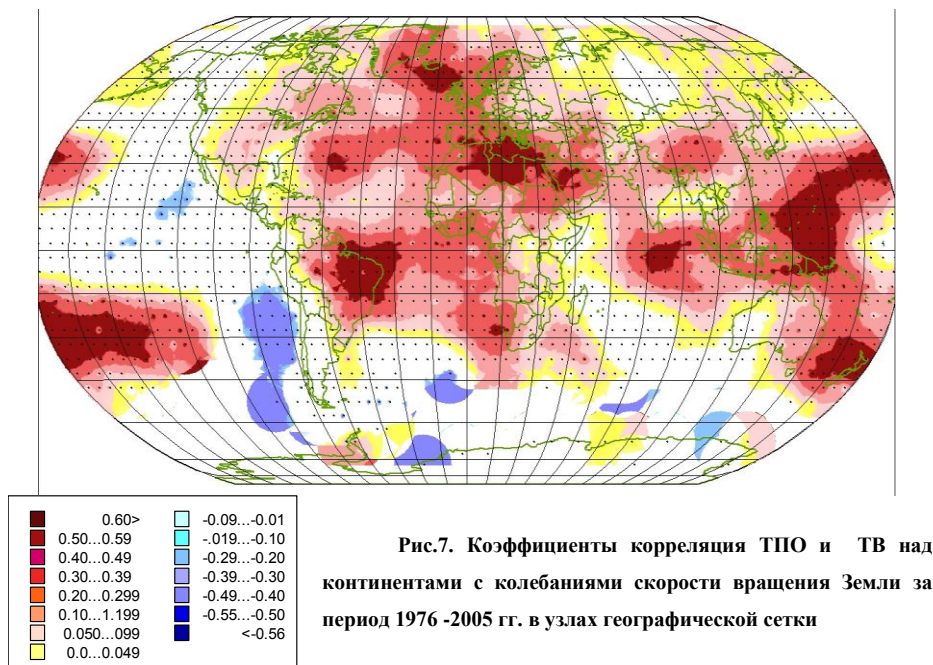


Рис.7. Коэффициенты корреляция ТПО и ТВ над континентами с колебаниями скорости вращения Земли за период 1976 -2005 гг. в узлах географической сетки

Наибольшие значения положительных коэффициентов корреляции ($r \geq 0.5$) температуры со скоростью вращения Земли располагаются на карте протяженным очагом по оси Гольфстрима от Бермудских островов ($r \geq 0.6$) на западе Атлантики до побережья Западной Европы. В районе Южных пассатов и Бразильского течения в Атлантическом океане, также очень большие значения коэффициентов корреляции ($r \geq 0.6$). В Индийском океане, очаг наибольших положительных корреляций ($r \geq 0.3$) располагается в области между Муссонным течением (пересекает Мальдивские о-ва) и Южно-пассатным течениями

(пересекает Аравийско-Индийский хребет), достигая $r \geq 0.6$, в районе Мальдивских островов.

Наибольшие положительные корреляции температуры в Тихом океане со скоростью вращения Земли ($r \geq 0.6$), обнаружены в районе пересечения Северным Пассатом Марианских и Каролинских островов. А также в районе Новой Зеландии ($r \geq 0.6$), что примерно соответствует прохождению здесь Течения западных ветров. Очаг положительных корреляций распространяется от Новой Зеландии на восток до Восточно-Тихоокеанского поднятия.

Отрицательные значения коэффициентов корреляции в Тихом океане локализуются двумя очагами. Первый очаг - в районе Перуанского холодного течения западнее Восточно-Тихоокеанского поднятия, достигает значений $r = -0.5$, и второй обширный очаг небольших отрицательных корреляций - в районах разломов Клиппертон и Кларион (в нескольких узлах $r = -0.4$). Коэффициенты корреляции являются статистически достоверными с вероятностью не менее 95%. Полученные результаты подтверждены при анализе данных на интервале с 1901 по 2005 гг.

Все значимые корреляции, как положительные, так и отрицательные обнаружены в районах морских течений, причем преимущественно в местах пересечения ими подводных хребтов и цепей островов. То есть в тех местах, в которых возникают препятствия на пути течений и усиливается вертикальное перемешивание океана.

На рис. 8 показан график изменения скорости вращения Земли и ТПО в одном из узлов вблизи Азорских островов ($r = 0.4$, значимость более 95%). Наличие значимых корреляционных связей между изменениями скорости вращения Земли и ТПО, а также связей колебаний ТПО и ТВ в Европе, дает возможность предположить наличия цепочки связи: скорость вращения Земли \rightarrow ТПО \rightarrow ТВ в Европе.

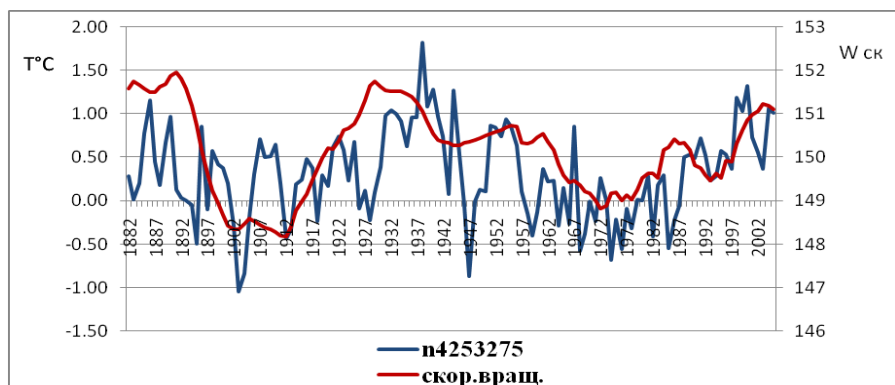


Рис. 8. Изменение скорости вращения Земли и ТПО в узле вблизи Азорских островов. Координаты узла: 42.5 с.ш., 32.5 з.д.

В этой же главе 5 приведены оценки вклада неравномерности вращения Земли в уравнение регрессии колебаний ТПО. Наибольший вклад неравномерности вращения Земли (Р%) в колебания ТПО обнаружен вблизи осей океанических течений и в местах их пересечения гряд островов и подводных возвышенностей.

В Атлантике область океана с $P=30\div45\%$ начинается от Бермудских островов и тянется на карте (рис.9) на северо-восток вдоль Гольфстрима к Азорским островам и далее к сторону Европы.

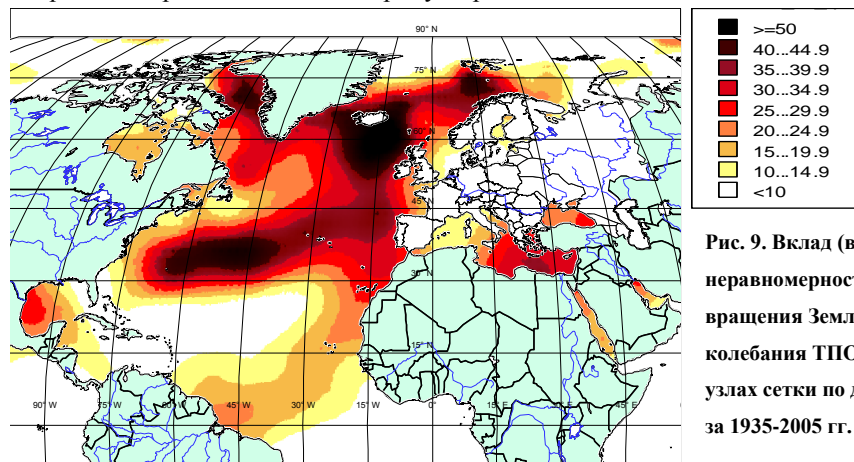


Рис. 9. Вклад (в %) неравномерности вращения Земли в колебания ТПО в узлах сетки по данным за 1935-2005 гг.

На этом районе Атлантики наибольший вклад неравномерности вращения Земли в колебания ТПО наблюдается вблизи Бермудских островов и над подводными возвышенностями на пути Гольфстрима к Азорским островам. Северная ветвь полосы на карте с $P=30\div 45\%$ в районе Исландии раздваивается подобно Североатлантическому течению. Одна часть устремляется в направлении Шпицбергена, а другая поворачивает на запад, огибает Гренландию с юга и заходит в море Баффина.

Оценки вклада неравномерности вращения Земли в колебания ТВ в Европе оказались меньше (10-20% , в некоторых районах до 25-30%). Оказалось, что ТВ в Европе лучше коррелирует с колебаниями ТПО в районе Гольфстрима в акватории от Бермудских до Азорских островов. Возможно, между колебаниями скорости вращения Земли и ТВ в Европе существует передаточное звено – колебания ТПО в области океанических течений, и прежде всего - Гольфстрима. Оценки вклада ТПО в районе океана от Бермудских до Азорских островов в изменения ТВ в Европе показаны на рис.10.

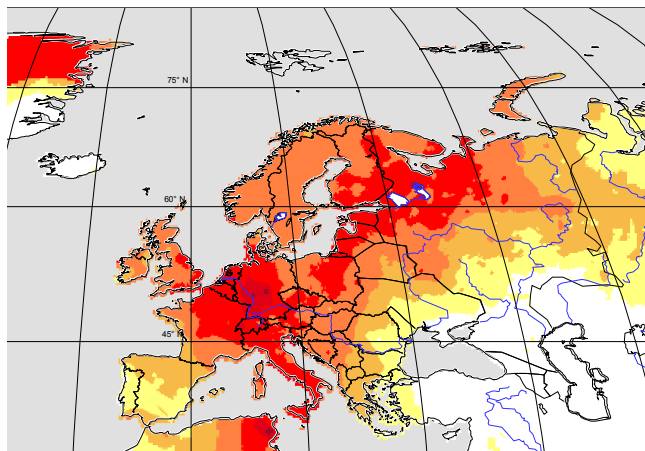


Рис.10. Вклад (%) колебаний ТПО в районе между Бермудскими и Азорскими островами (долгота $-60 \leq L \leq -45$; широта $30 \leq F \leq 45$ ш.) в колебания среднегодовой температуры воздуха над Европой за 1935-2010 гг.

Рис.10 показывает, что на всей Европе колебания ТВ в той или иной мере связаны с колебаниями температуры поверхности океана в южной части Гольфстрима. Этот вклад преимущественно составляет от 15 до 25-30%.

Наибольший вклад колебаний ТПО в районе Бермудских островов в температуру воздуха в Европе обнаружен на территории Италии, Бенилюкса, Восточной Франции, Швейцарии, на севере-западе ЕТР, Прибалтики, юге Финляндии ($P=25\div 30\%$), а в центре Германии, в среднем течении Рейна ($P=35\%$).

В результате анализа соотношений трендов и колебаний температуры показано, что трендовая составляющая изменения ТВ дает вклад в общую изменчивость только 5-10%. Остальная часть изменчивости приходится на колебания разной природы. Из всех колебаний примерно одна треть общей изменчивости ТВ в Европе связана с воздействием колебаний ТПО в активных районах, которые в свою очередь на 30-45% определяются колебаниями скорости вращения Земли вокруг оси.

В заключении перечислены основные результаты работы:

1. В последнее десятилетие в некоторых регионах Северного полушария положительные тренды температуры воздуха сменились на отрицательные, а рост среднеглобальной температуры замедлился.

2. Сезонные перемещения по Европе очагов потепления являются следствием сезонных перестроек атмосферной циркуляции и подтверждают важную роль естественных процессов климатической системы в общей картине изменений климата.

3. Между колебаниями температуры в удаленных районах Европы и Азии существуют дальние положительные и отрицательные корреляции:

- положительные корреляции - между районами, расположенными вблизи двух гребней волны планетарной высотной фронтальной зоны или вблизи двух ложбин
- отрицательные корреляции - между районами, один из которых вблизи гребня, а другой вблизи ложбины планетарной высотной фронтальной зоны.

4. Предложены новые индексы влияния океана на колебания температуры воздуха в Европе. Колебания среднегодовой температуры воздуха в Европе коррелируют с новыми индексами лучше, чем с другими индексами.

5. Уменьшение толщины верхнего слоя перемешивания океана (слоя теплового взаимодействия океана с атмосферой - по косвенным данным) в районе Гольфстрима приходится на период повышения ТПО в той же области и ТВ в Европе.

6. Многолетние колебания температуры воздуха Европы на 25-35 % зависят от колебаний ТПО в районах пересечения морских течений с подводными хребтами, а колебания ТПО в тех же районах на 30-45% зависят от неравномерности вращения Земли.

7. Прямой вклад колебаний скорости вращения Земли в колебания ТВ в Европе составляет преимущественно до 10-20 %.

8. Изменение скорости вращения Земли является одним из факторов возмущений океанических течений, изменения ТПО, изменения толщины слоя теплового взаимодействия океана с атмосферой и колебаний температуры воздуха в Европе.

Публикации соискателя по теме диссертации

1. Салугашвили Р.С. Дальние связи колебаний температуры воздуха Европейской территории России в конце XX – начале XXI века // Метеорология и гидрология, 2013, №1, С.57-66 (в перечне ВАК)
2. Салугашвили Р.С. Колебания климата на территории первого естественного синоптического района и климатическое районирование. //Учен. Зап. Казан. ун-та. сер. Естеств. науки. – 2012 – Т. 154, кн.3.– С.216 – 227 (в перечне ВАК)
3. Салугашвили Р. С., Шерстюков Б. Г., Семенов В. А. Изменения климата и экстремальные летние климатические условия в Европе с негативными последствиями // Проблемы региональной экологии. №6, 2012, с.51-54 (в перечне ВАК)

4. Салугашвили Р. С. О связи колебаний климата Атлантико-Европейского региона с изменениями скорости вращения Земли // Материалы Международной научной конференции (г.Воронеж, 26–27 июня 2012г.) «Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы). Воронеж: Издательство «Научная книга», 2012.–С.83–84.
5. Салугашвили Р.С. Взаимодействие климата Европы и температуры воды в Северной Атлантике // Труды ИПГ. вып.90. 2011, С. 212-218.
6. Салугашвили Р.С. Дальние связи в региональных колебаниях климата Западной Сибири // Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», вып.176. 2012. С.186-193
7. Салугашвили Р.С. Дальние связи в колебаниях климата Европейской территории России // Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», вып.176. 2012. С. 166-176.
8. Салугашвили Р.С. Дальние связи в колебаниях климата зарубежной Европы. //Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», вып.176. 2012. С.177-185.
9. Салугашвили Р. С. Дальние связи в колебаниях климата Атлантико-Европейского региона и колебания скорости вращения Земли. Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические эффекты // Труды XVI Международной школы-конференции молодых ученых / Рос.акад. наук, Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова. Москва: Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН. 2012.С 173-176.
10. Салугашвили Р.С. Климатические районы на территории Евразии в зоне влияния северной Атлантики. //Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», вып.176. 2012. С. 53-72.
11. Салугашвили Р.С. Закономерности распределения температуры поверхности почвы и нижних слоев воздуха, в условиях городской среды. //Научные труды Калужского государственного педагогического университета им.К.Э. Циолковского. Серия Естественные науки. Калуга: Изд-во КГПУ.2010. С.380-383.

12. Салугашвили Р.С. О некоторых особенностях изменений климата северного полушария Земли в последнее десятилетие. // Труды конференции молодых специалистов. 24-26 ноября 2010г. Обнинск НПО «Тайфун», 2010. С. 128-129.

13. Салугашвили Р.С. Проявление естественных циклов в колебаниях регионального климата. //Тезисы докладов Международной научной конференции по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. Казань, 2-5 октября 2012 г. С.197.

14. Салугашвили Р.С. Распределение температуры поверхности и припочвенных слоев воздуха на выбранных модельных участках города Калуги. // Материалы студенческой научной конференции Калужского государственного педагогического университета им. К. Э. Циолковского. Калуга: Изд-во КГПУ 2009, С.214–216.

15. Шерстюков Б.Г., Салугашвили Р.С. Новые тенденции в изменениях климата северного полушария Земли в последнее десятилетие // Труды ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», вып.175, 2010, С.43-51.

16. Шерстюков Б.Г., Салугашвили Р.С. Районы однотипных колебаний климата на территории России. //Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» вып.176. 2012. С.40-52.

17. Шерстюков Б.Г., Салугашвили Р.С. Роль океана в колебаниях климата атмосферы // Материалы конференции «Использование средств и ресурсов Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане для информационного обеспечения морской деятельности в Российской федерации» (ЕСИМО´ 2012) 24-28 сентября 2012 года. – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. С.322–332.